



VNIVERSIDAD
D SALAMANCA

Facultad de Enfermería y Fisioterapia

GRADO EN FISIOTERAPIA

TRABAJO FIN DE GRADO

Trabajo de investigación

REGISTRO ECOGRÁFICO DE
RESPUESTA DEL TRANSVERSO
ABDOMINAL CON TÉCNICAS DE
FACILITACIÓN NEUROMUSCULAR
PROPIOCEPTIVA

Estudiante: Alba Jiménez Cividanes

Tutora: Fátima Pérez Robledo

Salamanca, junio de 2021

ÍNDICE

1. RESUMEN.....	3
2. ABREVIATURAS.....	3
3. INTRODUCCIÓN	4
4. OBJETIVOS.....	8
5. MATERIAL Y MÉTODO.....	8
5.1 DISEÑO	8
5.2 RECURSOS MATERIALES	8
5.3 SUJETOS.....	9
5.4 EVALUACIÓN E INTERVENCIÓN	9
5.4.1 OBTENCIÓN DE PESO Y TALLA.....	9
5.4.2 REGISTRO ECOGRÁFICO.....	9
5.4.2.A Medición en reposo	10
5.4.2.B Medición con ADIM	10
5.4.2.C Medición con diagonal A-B	11
5.4.2.D Medición con diagonal C-D	12
5.5 CONSIDERACIONES ÉTICAS Y LEGALES	13
5.6 ANÁLISIS DE DATOS	14
6. RESULTADOS.....	15
7. DISCUSIÓN	17
8. CONCLUSIONES.....	19
9. BIBLIOGRAFÍA.....	20
10. ANEXOS	24
ANEXO I: Consentimiento informado.....	24
ANEXO II: Aprobación por el Comité de Bioética de la Universidad de Salamanca.....	27

1. RESUMEN

Introducción: el transverso del abdomen (TrA) es un músculo que, por sus relaciones anatómicas y funciones, está involucrado en múltiples patologías; principalmente en dolor lumbar y afecciones tanto respiratorias como del suelo pélvico. Por su parte, la facilitación neuromuscular propioceptiva (FNP) es una metodología de tratamiento que busca activar el mecanismo neuromuscular mediante estimulación propioceptiva, y puede ser aplicada de diversas maneras.

Objetivos: valorar si la FNP es un método útil para abordar el TrA.

Material y método: se escogió una muestra de 22 participantes sin patología a los que se les midió el grosor del TrA con un ecógrafo en reposo, durante la maniobra específica de activación del TrA (ADIM), y mientras ejecutaban los patrones de movimiento resistidos en extremidades superiores dentro de las diagonales de Kabat A-B y C-D.

Resultados: existen diferencias significativas entre la aplicación de las técnicas mencionadas y el reposo en la activación del TrA. Se encontraron diferencias entre la maniobra ADIM y el movimiento resistido en la diagonal C-D ($p = 0,007$); pero esto no ocurrió al comparar ADIM con la diagonal A-B ($p = 0,069$).

Discusión: el abordaje del TrA normalmente se basa en realizar la maniobra ADIM. Existe la posibilidad de aplicar la FNP como alternativa a su tratamiento dado que la ejecución de ADIM puede resultar compleja y, en ocasiones, la diferencia entre la mejoría o no de los pacientes reside en si se ha tratado este músculo.

Conclusiones: la FNP es una herramienta útil en el tratamiento del TrA.

2. ABREVIATURAS

- TrA: músculo transverso del abdomen.
- OE: músculo oblicuo externo.
- OI: músculo oblicuo interno.
- ADIM: abdominal drawing-in manœuvre.
- FNP: facilitación neuromuscular propioceptiva.
- IMC: índice de masa corporal
- EESS: extremidades superiores.

3. INTRODUCCIÓN

El transverso del abdomen (TrA) es el músculo más profundo de los que conforman la pared abdominal. Se origina en las caras internas de los cartílagos costales de las últimas costillas (7ª-12ª), la fascia toracolumbar, el labio interno de la cresta ilíaca y el tercio externo del ligamento inguinal. Desde ahí, sus fibras se dirigen en dirección transversal hacia la línea media hasta formar una aponeurosis que desemboca en la línea alba y el pubis (1).

Inmediatamente por delante del TrA aparece el músculo oblicuo interno (OI), el cual se dirige desde la zona lumbosacra hacia las últimas costillas, la línea alba y el pubis. Los fascículos de la parte media del OI se dirigen a la línea alba formando una aponeurosis que, posteriormente, va a dividirse en 2 hojas: anterior y posterior. La lámina posterior se fusiona con la aponeurosis del TrA; mientras que la lámina anterior se une a la aponeurosis del músculo oblicuo externo (OE). El OE parte del esternón y el borde inferior de las últimas costillas hasta llegar a la línea alba a través de la aponeurosis, el pubis y la cresta ilíaca (2). Estos 3 músculos en conjunto forman las paredes laterales del abdomen.

Se ha comprobado que la columna lumbar de manera autónoma no es capaz de soportar las cargas a las que está sometida a diario, por lo que debe ayudarse de un conjunto de estructuras (músculos, fascias y aponeurosis) que forman a su alrededor una faja. La fascia toracolumbar es una de las partes de esta faja, situada en la parte posterior del torso. Está compuesta por 3 capas: anterior, media y posterior. Las capas anterior y media se funden en los laterales, donde van a actuar como punto de inserción del TrA (3). La fascia toracolumbar en su parte inferior se une a la espina ilíaca posterosuperior y al ligamento sacrotuberoso, lo que la relaciona directamente con la posición de la columna lumbar baja y las articulaciones sacroilíacas. Se ha demostrado que el TrA tiene capacidad para transmitir tensión hacia la fascia toracolumbar, otorgándole un papel importante en la estabilidad de la columna lumbar (4). Estudios como el de Burbano Vallejo (5) indican que existe relación entre la fascia toracolumbar y la aparición de dolor lumbar en adultos. El dolor lumbar es una afectación que, con frecuencia, también va asociada a la inestabilidad lumbar. Diversos estudios explican que en sujetos sin patología a este nivel, existe una pre-activación del TrA que consigue la estabilidad de la columna lumbar (6); y que esta activación está disminuida

en pacientes con clínica dolorosa lumbar. Además, en casos de dolor lumbar inespecífico se han obtenido mejores resultados cuando se trabaja el TrA que cuando se aplica un tratamiento más convencional en el que no se interviene sobre este músculo (7). Es por esto que el abordaje del TrA en este grupo poblacional resulta casi imprescindible.

Además de ser tensor de la pared abdominal y participar en la estabilización de la columna a nivel lumbar (8), el TrA mantiene relación directa con la musculatura del suelo pélvico. Esta viene dada por su participación en la delimitación de la cavidad abdómino-pélvica, donde el TrA se encuentra en la parte anterolateral y la musculatura del suelo pélvico, en la inferior. El límite superior lo ocupa el diafragma y la parte posterior queda cubierta por el cuadrado lumbar y la musculatura paravertebral, entre otros. Las estructuras músculo-esqueléticas que acotan la cavidad abdómino-pélvica mantienen una relación fascial, lo que supone que la contracción de cualquiera de esas estructuras genera cierta tensión sobre la fascia, transmitiéndose a los demás elementos relacionados con la misma (9). Algunos estudios han observado que el TrA está relacionado con patologías del suelo pélvico tales como la incontinencia urinaria y el estreñimiento crónico, e incluir a este músculo en el tratamiento de las mismas mejora los resultados y la calidad de vida de los pacientes (10,11).

El vínculo entre el TrA y el diafragma no recae únicamente en la relación fascial. El diafragma inserta sus fibras en un tendón central que se fusiona con el ligamento longitudinal anterior de la columna vertebral y, en forma de bóveda, se inserta en el apéndice xifoides, las primeras vértebras lumbares y los cartílagos de las últimas costillas, entrelazándose con las fibras del TrA (1). El TrA actúa también como músculo espiratorio, siendo uno de los más potentes (12). Se encarga de aumentar la presión intraabdominal, destacando su papel durante la espiración forzada. Los cambios de presiones que genera esta musculatura dentro de la cavidad abdominal, además de influir de forma directa sobre la respiración, forman parte también de los mecanismos de mantenimiento de la postura (13).

La participación del TrA en el mantenimiento de la postura, la estabilidad de la columna y, en consecuencia, el equilibrio (14,15) está demostrada, entre otras, en patología neurológica. En casos como los accidentes cerebrovasculares se observa afectación de estas funciones por dificultad o pérdida de capacidad para lograr la

contracción del TrA tanto en el hemicuerpo parético como en el hemicuerpo menos afecto en comparación a población sana (14), lo que afecta directamente a la posición de la columna lumbar.

Para conseguir la activación del TrA se puede trabajar de diferentes maneras, ya sea de forma más global con una activación de la musculatura abdominal en conjunto, o focalizando el trabajo en el TrA. Para tonificar la faja abdominal de forma general existen técnicas como los ejercicios hipopresivos o el método Pilates. Los ejercicios abdominales hipopresivos buscan una disminución de la presión intra-abdominal, logrando la contracción de dicha musculatura. Por su parte, el método Pilates es también otra forma de tratamiento y prevención que mejora la fuerza a nivel abdominal, ya que trata de conseguir una buena postura al realizar diferentes ejercicios, y combinar estos con la respiración de manera coordinada, consiguiendo así un equilibrio entre funcionalidad y estabilidad.

Con el propósito de lograr una contracción aislada del TrA, la maniobra ADIM (abdominal drawing-in manœuvre) es uno de los métodos más utilizados. En esta técnica se debe intentar llevar el ombligo hacia la parte posterior del tronco, en diversas posiciones, consiguiendo así la activación del TrA. En ocasiones, la realización de esta técnica es compleja, por lo que se puede acompañar con la contracción del resto de la musculatura espiratoria (12).

Otra forma posible de activar el TrA es mediante la facilitación neuromuscular propioceptiva (FNP). La FNP es una metodología de tratamiento que busca la activación del mecanismo neuromuscular mediante la estimulación propioceptiva (16). Para ello se realizan patrones de movimiento de las extremidades formados por 3 componentes: flexión o extensión, aproximación o separación, y rotación. Los patrones se pueden aplicar de manera unilateral o bilateral utilizando las extremidades pares. En el caso de esos últimos, a su vez pueden ser patrones: simétricos, en la misma diagonal y sentido; asimétricos, en diagonal diferente pero con igual sentido; o recíprocos, en los que el sentido es opuesto y la

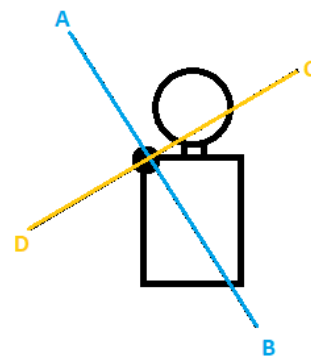


Figura 1. Representación de las diagonales de Kabat sobre extremidad superior. Fuente: creación propia.

diagonal será la misma o no en función de si es un patrón recíproco simétrico (misma diagonal) o recíproco asimétrico (distinta diagonal).

El tratamiento con FNP se puede aplicar con diversas variaciones. Entre ellas podemos encontrar los estiramientos, la estabilización rítmica o los sincronismos próximo-distal y disto-proximal. Otra variante en la aplicación de FNP es la oposición de resistencia al movimiento con el fin de conseguir una irradiación de fuerza desde la musculatura más potente hacia la más débil. No existen muchos estudios que hayan evaluado su efecto sobre el TrA, pero los que se han revisado parecen mostrar resultados prometedores (16-19). Es necesario que se investiguen los efectos que tiene la irradiación muscular desde las extremidades hacia el tronco sobre la contracción de las distintas estructuras, entre ellas, todos los músculos abdominales.

Existen diversas técnicas para evaluar la actividad del TrA. Una de ellas es la electromiografía. Este método permite conocer la actividad muscular mediante la colocación de electrodos en el cuerpo, los cuales proporcionan información procedente de las fibras musculares (20). Otra forma de valorar la musculatura abdominal es mediante la medición del perímetro abdominal, que se emplea habitualmente como indicador de riesgo cardiovascular. Un aumento de la grasa a este nivel afecta a la función de dicha musculatura y, por consiguiente, a la postura y estabilidad lumbar. La ecografía es otro método de valoración muy utilizado, también en el estudio del comportamiento del TrA; y es el método escogido para este trabajo.

La ecografía consiste en una técnica de evaluación por imagen, no invasiva ni ionizante, que utiliza los ultrasonidos, normalmente entre 2-10 milihertzios (MHz). Los ultrasonidos atraviesan el organismo y, a su paso, chocan con las diferentes estructuras anatómicas. En la ecografía, un generador transmite corriente al transductor, el cual se encarga de convertir esa corriente en energía acústica y viceversa. El ultrasonido se refleja en aquellos tejidos que posean mayor impedancia o resistencia al paso, obteniendo una imagen como resultado (21). Hay estudios que consideran la ecografía una técnica útil en la valoración muscular, incluyendo el TrA, por su gran fiabilidad tanto en situación estática como dinámica (12,22,23). Los resultados obtenidos con ecógrafo en comparación a la electromiografía de superficie se muestran muy similares en la valoración del TrA y de la musculatura lumbar (20), lo que le otorga eficacia y fiabilidad al método escogido en este trabajo. Teniendo en cuenta estos datos, se

propone la realización de un estudio para determinar la eficacia de la FNP sobre la activación del TrA medido con ecografía.

4. OBJETIVOS

El objetivo general de este trabajo de investigación es valorar la eficacia de los patrones de FNP utilizando las diagonales de Kabat en la activación del TrA.

Como objetivos específicos se establecieron:

- Evaluar si el patrón bilateral simétrico dentro de la diagonal de Kabat A-B provoca activación del TrA.
- Evaluar si el patrón bilateral simétrico dentro de la diagonal de Kabat C-D provoca activación del TrA.
- Comparar la actividad del TrA obtenida con las diagonales de Kabat A-B y C-D con la resultante de la maniobra ADIM.

5. MATERIAL Y MÉTODO

5.1 DISEÑO

Este trabajo ha consistido en un estudio observacional, descriptivo y transversal, en el que se analiza el efecto de la FNP sobre la activación del TrA; realizado en la Facultad de Enfermería y Fisioterapia de la Universidad de Salamanca.

5.2 RECURSOS MATERIALES

- Báscula modelo Tanita BC-418
- Estadiómetro portátil SECA 213
- Ecógrafo modelo Easote MyLab 25 Gold
- Camilla hidráulica
- Gel de ultrasonido

5.3 SUJETOS

La muestra se formó con un total de 22 participantes pertenecientes a la Universidad de Salamanca, todos ellos estudiantes de Grado. El tamaño de la muestra fue asignado por conveniencia buscando obtener un volumen significativo suficiente como para mostrar el posible efecto de la FNP sobre el TrA.

Como criterios de inclusión se establecieron:

- Edad comprendida entre 20 y 35 años
- Índice de masa corporal (IMC) ≤ 25
- Estudiantes de la Universidad de Salamanca
- Ausencia de patología vertebral

Los criterios de exclusión fueron los siguientes:

- Dolor lumbar/lumbopélvico en el momento de realizar la intervención
- Situación de confinamiento o síntomas compatibles con Covid-19

5.4 EVALUACIÓN E INTERVENCIÓN

5.4.1 OBTENCIÓN DE PESO Y TALLA

Todos los participantes fueron pesados y medidos descalzos por la misma persona. Se registró el peso en kilogramos (kg) y la talla en metros (m) para calcular el IMC a partir de la fórmula $\text{peso(kg)}/(\text{talla(m)})^2$.

5.4.2 REGISTRO ECOGRÁFICO

Las imágenes del TrA se obtuvieron mediante el uso de ecógrafo, empleando el protocolo propuesto en el estudio de Whittaker y col (24). Durante toda la intervención, los participantes se mantuvieron en decúbito supino sobre la camilla, con semiflexión de cadera y rodilla, dejando los pies apoyados.

Para localizar el TrA en los sujetos se utilizó una sonda lineal colocada de tal forma que su centro quedó situado entre las últimas costillas y la cresta ilíaca de los participantes, en su hemicuerpo izquierdo, en dirección longitudinal al TrA.

La frecuencia elegida fue 7,5 MHz buscando alcanzar la profundidad suficiente para conseguir imágenes adecuadas del TrA. Frecuencias de mayor valor aportarían imágenes con mejor calidad pero no tan profundas y, de menor valor, perderían calidad y podría no ser clara la medición del grosor del TrA.

Para determinar el grosor del TrA se utilizó el propio ecógrafo, obteniendo el resultado en milímetros (mm). Se midió la distancia que quedaba entre los límites superior e inferior del TrA, marcados por la fascia que envuelve al músculo y que, en la imagen, se pueden ver de tono más claro.



Figura 2. Medición del grosor del TrA con el ecógrafo durante el reposo y la maniobra ADIM, respectivamente. Fuente: elaboración propia.

Este procedimiento se llevó a cabo en todas las imágenes recogidas. Se recogieron 3 imágenes por cada una de las intervenciones, obteniendo 12 en total por cada sujeto.

5.4.2.A Medición en reposo

Los participantes se colocaron en decúbito supino en la camilla con las extremidades inferiores semiflexionadas y con los pies apoyados, mientras que las extremidades superiores quedaron a lo largo del cuerpo. Se les solicitó que no forzaran la ventilación; y la toma del TrA se cogió al final del momento espiratorio.

5.4.2.B Medición con ADIM

Para llevar a cabo esta maniobra, los sujetos permanecieron en decúbito supino sobre la camilla, en la misma posición que para la toma en reposo. Partiendo de esta postura, se les pidió que trataran de llevar el ombligo hacia la parte posterior de su tronco y ligeramente hacia arriba, sin mover la columna lumbar, la parrilla costal o la pelvis; y

sin producir apnea respiratoria, según las especificaciones propias de la maniobra ADIM (12,24).

Durante el tiempo de contracción se tomaron las medidas del TrA con el ecógrafo.

5.4.2.C Medición con diagonal A-B

Los patrones de FNP de Kabat que se emplearon en el estudio se realizaron dentro de las diagonales A-B y C-D. Se aplicaron con la técnica que permite irradiar fuerza desde las extremidades superiores hacia el abdomen.

Para ello, se pide al paciente, el cual permanece en la misma posición, que realice el movimiento dentro de la diagonal correspondiente y, desde ahí, la terapeuta opone resistencia en el rango articular favorable, aproximadamente a 90° de flexión de hombro. La resistencia debe ser la suficiente para frenar el movimiento y que el participante realice una contracción isométrica dentro de la diagonal elegida. De este modo, si se mantiene la resistencia, se irradiará la fuerza desde las extremidades hacia el abdomen.

El patrón de movimiento A-B sigue la siguiente diagonal:

- Posición de partida (A): flexión, separación y rotación externa de hombro. Extensión de codo. Mano abierta.
- Posición final (B): extensión, aproximación y rotación interna de hombro. Extensión de codo. Mano cerrada.

Una de las investigadoras, colocada a la cabeza de la camilla, asistió la diagonal B-A a la vez que el sujeto inspiraba. Posteriormente, al participante se le dio la orden de hacer la diagonal A-B mientras espiraba durante todo el recorrido de dicho patrón de movimiento y hasta que lo completara, alcanzando la posición final (B). La investigadora aplicó resistencia para detener el movimiento en el rango articular favorable durante 3 segundos, pero manteniendo la orden de llevar las extremidades superiores desde la posición A a la B.

La investigadora encargada de manejar el ecógrafo, colocada al lateral izquierdo del participante, obtuvo la toma del TrA durante el tercer segundo de la aplicación de resistencia. Este proceso se desarrolló 3 veces con cada sujeto.

5.4.2.D Medición con diagonal C-D

El patrón bilateral simétrico C-D con la técnica de irradiación de fuerza hacia el abdomen se aplicó también en las extremidades superiores, partiendo de la misma posición que en el caso anterior.

Este patrón sigue la siguiente diagonal:

- Posición de partida (C): flexión, aproximación y rotación externa de hombro. Codo semiflexionado. Mano cerrada.
- Posición final (D): extensión, separación y rotación interna de hombro. Codo extendido. Mano abierta.

El procedimiento fue el mismo que en la diagonal A-B. Se pidió al sujeto que inspirara mientras se realizaba el movimiento en sentido D-C y en la diagonal C-D se le ofreció resistencia hasta frenar el movimiento en el rango articular favorable durante 3 segundos, mientras el sujeto espiraba hasta completar el patrón de movimiento. La toma del TrA se obtuvo en el tercer segundo.

La secuencia se hizo 3 veces por cada participante para obtener una media de las mediciones de las imágenes obtenidas.



Figura 3. Aplicación del patrón bilateral simétrico sobre EESS en sentido A-B. Fuente: elaboración propia.



Figura 4. Aplicación del patrón bilateral simétrico sobre EESS en sentido C-D. Fuente: elaboración propia.

En la siguiente imagen se muestra como ejemplo el registro ecográfico obtenido con uno de los participantes en el estudio para todas las mediciones del TrA.

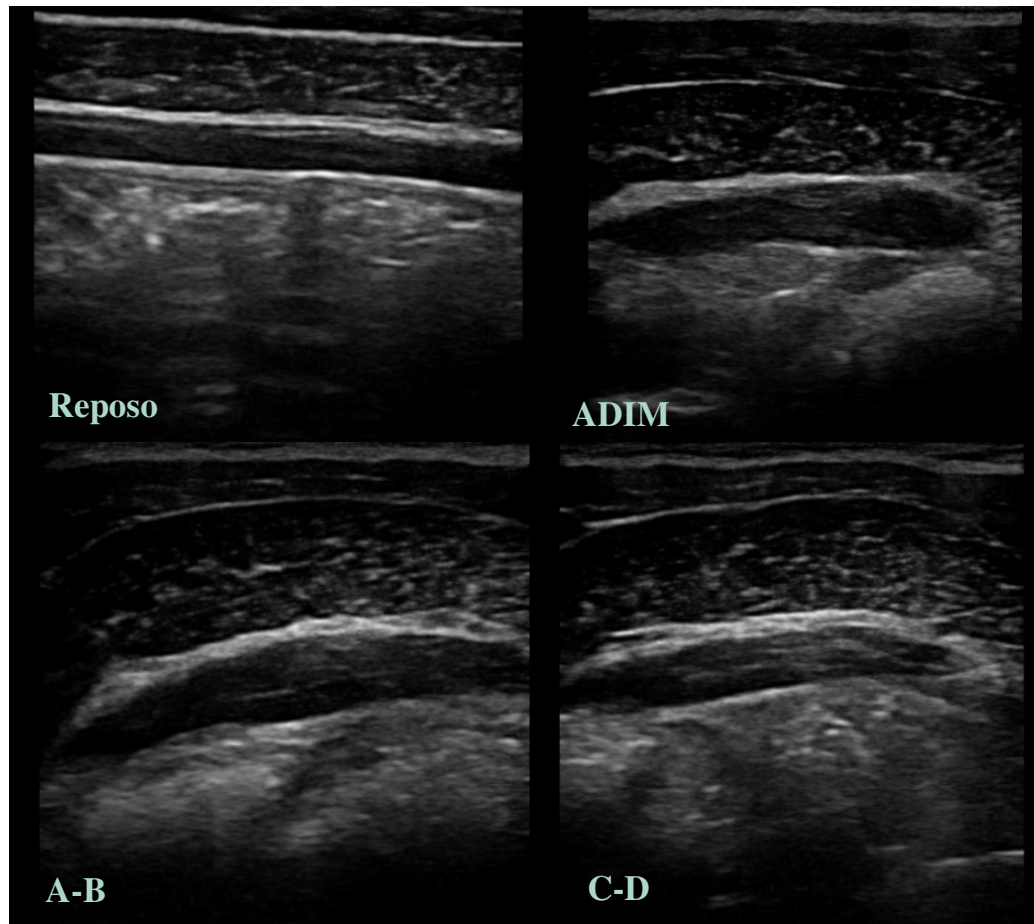


Figura 5. Registro ecográfico del TrA en reposo, al realizar la maniobra ADIM y al aplicar los patrones de movimiento dentro de las diagonales A-B y C-D. Fuente: elaboración propia.

5.5 CONSIDERACIONES ÉTICAS Y LEGALES

Todos los participantes firmaron el consentimiento informado (anexo I) antes de su intervención en el estudio.

Este trabajo sigue los principios Éticos de la Declaración de Helsinki (2006). Además, ha sido evaluado favorablemente por el Comité de Bioética de la Universidad de Salamanca, con número de registro 651 (anexo II).

5.6 ANÁLISIS DE DATOS

El análisis de datos se realizó con el paquete estadístico IBM-SPSS Statistics, versión 21.

Se recogieron las diferentes variables del estudio en la base de datos, y se calcularon las siguientes variables: la edad a partir de la fecha de nacimiento, el IMC a partir del peso y la talla, y la media de las mediciones ecográficas en cada tipo de medida.

VARIABLE	DESCRIPCIÓN
VARIABLES RECOGIDAS	
Sexo	Independiente, cualitativa dicotómica
Fecha de nacimiento	Independiente, cualitativa
Talla	Independiente, cuantitativa continua
Peso	Independiente, cuantitativa continua
Medida TrA en reposo	Dependiente, cuantitativa continua
Medida TrA con ADIM	Dependiente, cuantitativa continua
Medida TrA con diagonal A-B	Dependiente, cuantitativa continua
Medida TrA con diagonal C-D	Dependiente, cuantitativa continua
VARIABLES CALCULADAS	
IMC	Independiente, cuantitativa continua
Edad	Independiente, cuantitativa discreta
Media medidas TrA en reposo (Reposo)	Dependiente, cuantitativa continua
Media medidas TrA con ADIM (ADIM)	Dependiente, cuantitativa continua
Media medidas TrA con diagonal A-B (AB)	Dependiente, cuantitativa continua
Media medidas TrA con diagonal C-D (CD)	Dependiente, cuantitativa continua

Tabla 1. Descripción de las variables utilizadas en el trabajo. Fuente: creación propia.

A continuación se realizó un análisis descriptivo de las variables, especificando la media y la desviación estándar para las variables cuantitativas y el recuento junto con el porcentaje para las variables categóricas.

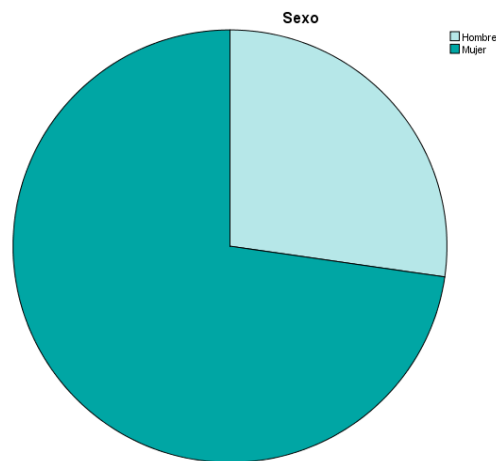
Antes de hacer el análisis inferencial se aplicaron pruebas de normalidad a todas las variables para conocer su distribución con la prueba de Shapiro-Wilk. Una vez conocida la distribución de las variables, se llevó a cabo el análisis inferencial para determinar las posibles diferencias entre las variables dependientes. Para ello se realizó una ANOVA de medidas repetidas, en la que se incluyó un análisis de contrastes con la prueba de Bonferroni para las variables reposo, AB, CD y ADIM.

Todas las pruebas se aplicaron con un intervalo de confianza del 95% y se estableció una significación estadística cuando la p fue menor de 0,05.

6. RESULTADOS

En este estudio participaron 22 sujetos, de los cuales 16 fueron mujeres (72,7%) y 6, hombres (27,3%); cuya media de edad fue 22,24 años (SD 2,34).

El valor medio del IMC de los participantes se estableció en 21,88 (SD 1,89).



Gráfica 1. Distribución de los participantes según el sexo. Fuente: creación propia.

Al realizar el análisis de la distribución de las variables dependientes se escogió la prueba Shapiro-Wilk, teniendo en cuenta el tamaño muestral. Los resultados con esta prueba determinan que todas las variables presentan una distribución normal ($p > 0,05$), tal y como se puede observar en la tabla 2.

VARIABLE	MEDIA	SD	Shapiro-Wilk	p
Reposo	3,049	0,667	0,956	0,418
AB	5,156	1,499	0,936	0,161
CD	4,700	1,429	0,963	0,546
ADIM	5,803	1,191	0,988	0,993

Tabla 2. Valores de la media y desviación estándar de las variables dependientes junto a los resultados de la prueba Shapiro-Wilk. Fuente: creación propia.

Para hacer el análisis inferencial de los resultados, se realizó una ANOVA de medidas repetidas. Los resultados muestran que existen diferencias estadísticamente significativas ($p = 0,00$) entre las variables dependientes (tabla 3).

Contrastes multivariados ^a						
Efecto		Valor	F	Gl de la hipótesis	Gl del error	Sig.
Comp_GROSOR	Traza de Pillai	,899	56,670 ^b	3,000	19,000	,000
	Lambda de Wilks	,101	56,670 ^b	3,000	19,000	,000
	Traza de Hotelling	8,948	56,670 ^b	3,000	19,000	,000
	Raíz mayor de Roy	8,948	56,670 ^b	3,000	19,000	,000

a. Diseño: Intersección
Diseño intra-sujetos: Comp_GROSOR

b. Estadístico exacto

Tabla 3. ANOVA de medidas repetidas para las variables dependientes (reposo, ADIM, AB, CD). Fuente: creación propia.

Al haberse determinado que existían diferencias significativas entre las variables, se procedió a realizar la prueba de Bonferroni para el análisis de contrastes.

Cuando se compararon las variables entre ellas, aparecieron diferencias significativas entre el reposo y el resto de variables ($p < 0,05$). Al comparar CD y ADIM también se encontraron diferencias significativas ($p = 0,007$); pero, por el contrario, esto no ocurrió en la comparación de AB y ADIM ($p = 0,069$). Estos resultados pueden verse en la tabla 4.

Comparaciones por pares

Medida: MEASURE_1

(I)Comp. GROSOR	(J)Comp. GROSOR	Diferencia de medias (I-J)	Error típ.	Sig. ^b	Intervalo de confianza al 95 % para la diferencia ^b	
					Límite inferior	Límite superior
Reposo	AB	-2,108 [*]	,268	,000	-2,887	-1,328
	CD	-1,652 [*]	,268	,000	-2,431	-,872
	ADIM	-2,755 [*]	,207	,000	-3,359	-2,150
AB	Reposo	2,108 [*]	,268	,000	1,328	2,887
	CD	,456	,188	,146	-,091	1,003
	ADIM	-,647	,234	,069	-1,327	,033
CD	Reposo	1,652 [*]	,268	,000	,872	2,431
	AB	-,456	,188	,146	-1,003	,091
	ADIM	-1,103 [*]	,293	,007	-1,955	-,251
ADIM	Reposo	2,755 [*]	,207	,000	2,150	3,359
	AB	,647	,234	,069	-,033	1,327
	CD	1,103 [*]	,293	,007	,251	1,955

Basadas en las medias marginales estimadas.

*. La diferencia de medias es significativa al nivel ,05.

b. Ajuste para comparaciones múltiples: Bonferroni.

Tabla 4. *Tabla comparativa de las variables dependientes con prueba de Bonferroni.*
Fuente: creación propia.

7. DISCUSIÓN

Los resultados de este trabajo muestran que existe un cambio significativo en la activación del TrA al aplicar patrones de movimiento sobre las EESS dentro de las diagonales de Kabat en comparación al reposo.

Entre todas las intervenciones, la mayor activación del TrA se consiguió con la maniobra ADIM, resultado que concuerda con lo esperable ya que es la maniobra específica para lograr su contracción. La activación obtenida al ejecutar el movimiento en la diagonal C-D fue menor que la resultante de ADIM por lo que, aunque es suficiente para conseguir una contracción del TrA, esta no es tan intensa como para poder equipararlas. Por su parte, la activación derivada de la aplicación de resistencia durante el patrón de movimiento en la diagonal A-B no mostró diferencias con la activación en ADIM, mostrándose como una técnica válida para conseguir activación del TrA similar a la de la maniobra específica.

En el trabajo de Hwang et al. (16) se comparó en 42 participantes la activación de la musculatura abdominal producida por la combinación de ADIM con la coactivación de la musculatura del suelo pélvico, con la dorsiflexión de tobillo resistida y con el

patrón bilateral simétrico resistido A-B en EESS. Se determinó que la activación tanto del TrA como del OI y OE aparecía al realizar simultáneamente ADIM con la diagonal A-B. En los estudios de Gong (24,25) también incrementó el grosor de la musculatura abdominal al combinar ADIM con FNP como parte de un programa de ejercicio. Por su parte, en el presente estudio se ha comparado la activación que se provoca del TrA al realizar FNP sobre las extremidades superiores con la producida mediante la maniobra de activación específica del TrA (ADIM); y no la activación resultante de la combinación de ambas.

Uno de los puntos fuertes de este trabajo es la demostración empírica de que el patrón de movimiento en EESS dentro de la diagonal A-B es una herramienta útil en la activación del TrA, y que puede ser utilizada como tratamiento del mismo en diferentes patologías.

En población que padece afectación de la musculatura del suelo pélvico, estudios como el de Ptak et al. (10) han demostrado que el entrenamiento de la musculatura del suelo pélvico junto al TrA reporta mayores beneficios en el tratamiento de la incontinencia urinaria de esfuerzo que el trabajo aislado de la musculatura perineal; mejorando así la calidad de vida de los pacientes. Además, en la investigación de Singleton et al. (11) se observó que en su caso objeto de estudio el tratamiento sobre la musculatura abdominal (incluyendo el TrA) mejoró la situación del sujeto con esclerosis múltiple diagnosticado de estreñimiento crónico, en el que otros métodos como la administración de laxantes y enemas no habían funcionado adecuadamente.

Las personas con patología lumbar, y principalmente con lumbalgia crónica inespecífica o inestabilidad lumbar, pueden beneficiarse del tratamiento del TrA para mejorar su situación clínica. En el estudio de Rubí Carnacea (7) se determinó que el trabajo del TrA mediante un programa de ejercicio individualizado presentó mejoras significativas en este tipo de patología, al contrario que el tratamiento convencional basado en la combinación de fármacos y educación en salud. Otros estudios como el de Huang (8) ofrecen resultados similares en población joven.

Una de las principales limitaciones de este trabajo es que la investigación se hizo sobre personas jóvenes y sanas. Sería interesante analizar la respuesta al tratamiento del TrA utilizando FNP en las patologías mencionadas ya que se han visto mejoras importantes en estos grupos poblacionales al realizar la activación específica del TrA, dado que la

contracción obtenida si se aplica el patrón de movimiento en la diagonal A-B podría ser similar. De igual modo, aumentar el tamaño de la muestra analizada permitiría obtener datos con mayor posibilidad de ser extrapolados.

En futuras líneas de investigación podría estudiarse cómo es, al aplicar FNP, el comportamiento del TrA del lado dominante o, en el caso de afectaciones unilaterales, del lado afecto. Asimismo, considero que sería beneficioso estudiar la activación, no solo del TrA, sino de toda la musculatura abdominal al utilizar patrones de FNP dentro de las diagonales de Kabat. Igualmente sería relevante conocer el comportamiento de esta musculatura dentro de otras diagonales (B-A, D-C) y, también al aplicarlas en extremidades inferiores y tobillo; además de su actividad en otras técnicas de FNP como la estabilización rítmica o el sincronismo para el énfasis.

De igual forma, resultaría también interesante conocer si existen diferencias entre la activación muscular al aplicar simultáneamente ADIM con los patrones de FNP en las diagonales de Kabat y la activación obtenida únicamente por la irradiación muscular provocada por la resistencia al movimiento de las extremidades en las diagonales. Todo esto con el fin de conocer cuál es la técnica de FNP que consigue una mayor activación del TrA y de la musculatura abdominal en su conjunto para utilizarla como método alternativo en aquellos pacientes que requieran de su tratamiento.

8. CONCLUSIONES

Con este trabajo se concluye que los patrones de FNP dentro de las diagonales de Kabat sí son eficaces en la activación del TrA.

Esta activación aparece al oponer resistencia al movimiento mientras se realiza el patrón bilateral simétrico sobre las extremidades superiores dentro de la diagonal A-B; al igual que ocurre en la diagonal C-D, como consecuencia de la irradiación muscular.

En comparación a la activación del TrA obtenida con ADIM, el grosor de este músculo es menor cuando se ejecuta el movimiento en la diagonal C-D. La activación del TrA dentro de la diagonal A-B es similar a la resultante de la maniobra específica ADIM.

9. BIBLIOGRAFÍA

1. Hansesn JT. Netter. Cuaderno de anatomía para colorear. 2ª ed. Rochester (NY): Elsevier;2015.
2. Atlas de anatomía humana [Internet]. Visiblebody.com. [Citado 21 junio 2021]. Disponible en <https://www.visiblebody.com/es/anatomy-and-physiology-apps/human-anatomy-atlas>
3. Vleeming A, Mooney V, Soeckart R. Movement, stability and lumbopelvic pain. 2a ed. Churchill Livingstone;2007.
4. Willard FH, Vleeming A, Schuenke MD, Danneels L, Schleip R. The thoracolumbar fascia: anatomy, function and clinical considerations. J Anat. 2012;221(6):507-36.
5. Burbano Vallejo DM. Revisión bibliográfica de la importancia de la fascia toracolumbar en personas adultas con dolor en el raquis lumbar [Tesis]. Universidad Central del Ecuador;2019.
6. Jordán Díaz R. Disfunción de los mecanismos de feedforward del transverso abdominal en presencia de dolor lumbar. Kinesiología. 2008;27(1):21-32.
7. Rubí Carnacea FJ. Efectivitat d'una intervenció fisioterapèutica basada en la pre-activació del transvers abdominal en pacients amb lumbàlgia inespecífica crònica en atenció primària [Tesis]. Universitat de Lleida;2017.
8. Huang Q, Li D, Zhang Y, Rui G, Huo M, Maruyama H. The intervention effects of different treatments for chronic low back pain as assessed by the thickness of the musculus transversus abdominis. J Phys Ther Sci. 2014;26(9):1383-5.

9. París I. Influencia de la contracción del transverso del abdomen durante la técnica abdominal hipopresiva en la musculatura del suelo pélvico. [Tesis]. Universidad Complutense de Madrid;2019.
10. Ptak M, Brodowska A, Ciecwiez S, Rotter I. Quality of life in women with stage 1 stress urinary incontinence after application of conservative treatment – a randomized trial. *Int J Environ Res Public Health*. 2017; 14(6):577-87.
11. Singleton C, Bakheit AM. Successful treatment of chronic constipation with functional electrical stimulation of the abdominal muscles: a case report. *J Med Cases*. 2013;4(9):581-3.
12. Abuín Porras V, Maldonado Tello P, de la Cueva Reguera M, Rodríguez Sanz D, Calvo Lobo C, López López D, et al. Comparison of lateral abdominal musculature activation during an expiratory flow control device versus the abdominal drawing-in manoeuvre in healthy women: a cross sectional observational pilot study. *Medicina*. 2020;56(2):84.
13. Kapandji IA. Fisiología articular. 6ª ed. Madrid: Panamericana;2007.
14. Kolcz A, Urbacka-Josek J, Kowal M, Dymarek R, Paprocka-Bowowicz M. Evaluation of postural stability and transverse abdominal muscle activity in overweight post-stroke patients: a prospective observational study. *Diabetes Metab Syndr Obes*. 2020;13:451-62.
15. Lee NG, You JSH, Yi CH, Jeon HS, Choi BS, Lee DR, et al. Best core stabilization for anticipatory postural adjustment and falls in hemiparetic stroke. *Phys Med Rehabil*. 2018;99(11):2168-74.
16. Hwang Y-I, Park D-J. Comparison of abdominal muscle activity during abdominal drawing-in maneuver combined with irradiation variations. *JER*. 2017;13(3):335-9.

17. Areeudomwong P, Buttagat V. Comparison of core stabilization exercise and proprioceptive neuromuscular facilitation training on pain-related and neuromuscular response outcomes for chronic low back pain: a randomized controlled trial. *J Med Sci.* 2019;26(6):77-89.
18. Raimundo de Oliveira KC, Pascucci Sande de Souza LA, Mendonça Emilio M, Franco da Cunha L, Menezes Lorena D, Bertoncello D. Overflow using proprioceptive neuromuscular facilitation in post-stroke hemiplegics: a preliminary study. *J BodywMov Ther.* 2018;23(2):399-404.
19. Bernardo da Silva E, dos Santos Pin A, da Silva Filho M. Changes in muscle strength in elderly women after proprioceptive neuromuscular facilitation based training. *Fisioter Mov.* 2015;28(2):357-63.
20. Villarroya Aparicio MA. Electromiografía cinesiológica. *Rehabilitación (Madr)* 2005;39(6):255-64.
21. Segura Grau A, Sáez Fernández A, Rodríguez Lorenzo A, Día Rodríguez N. Curso de ecografía abdominal. Introducción a la técnica ecográfica. Principios físicos. Lenguaje ecográfico. *Semergen Med Fam.* 2014;40(1):42-46.
22. Gibbon KC, Debuse D, Hibbs A, Caplan N. Reliability and precision of sonography of the lumbar multifidus and transversus abdominis during dynamic activities. *J Ultrasound Med.* 2017;36(3):571-81.
23. Chung SH, You YY. Reliability of ultrasound imaging of the transversus abdominis muscle in asymptomatic subjects. *J Phys Ther Sci.* 2015;27(5):1373-5.
24. Whittaker, J.L.; Warner, M.B.; Stokes, M. Comparison of the Sonographic Features of the Abdominal Wall Muscles and Connective Tissues in Individuals with and without Lumbopelvic Pain. *J. Orthop. Sport Phys. Ther.* 2013, 43, 11–19.

25. Gong W. Effects of dynamic exercise utilizing PNF patterns on the balance of healthy adults. *J Phys Ther Sci.* 2020;32(4):260-4.
26. Gong W. The effects of dynamic exercise utilizing PNF patterns on abdominal muscular thickness in healthy adults. *Phys Ther Sci.* 2015;27(6):1933-6.

10. ANEXOS

ANEXO I: Consentimiento informado.

HOJA DE INFORMACIÓN AL PARTICIPANTE

TÍTULO: REGISTRO ECOGRÁFICO DE RESPUESTA DEL TRANSVERSO ABDOMINAL CON TÉCNICAS DE FACILITACIÓN NEUROMUSCULAR PROPIOCEPTIVA

INVESTIGADOR: ALBA JIMÉNEZ CIVIDANES

LUGAR: FACULTAD DE ENFERMERÍA Y FISIOTERAPIA, UNIVERSIDAD DE SALAMANCA

El propósito de este documento es proveer al participante de información suficiente para la comprensión del trabajo y poder tomar así la decisión de participación libremente en este; no pretende alarmarlo ni liberar de responsabilidades a las investigadoras. Debe tomarse el tiempo que necesite para leerlo y realizar las consultas que quiera. Si desea obtener más información, hágalo saber.

Este trabajo se ajusta a los estándares de bioética de la Universidad de Salamanca y sigue las recomendaciones éticas de la Declaración de Helsinki (2006).

JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS DEL ESTUDIO

El músculo transverso del abdomen es uno de los principales responsables del mantenimiento de la postura y la estabilización de la columna lumbar. Una afectación o déficit del mismo podría generar problemas a nivel postural, respiratorio (al ser un músculo involucrado en la espiración), en cuanto a la musculatura del suelo pélvico (por su relación a través de distintas estructuras), o dolor lumbar, entre otros.

El objetivo general de este estudio es analizar el efecto que tienen los patrones de Kabat (técnica de facilitación neuromuscular propioceptiva o FNP) sobre la activación del músculo transverso. Las técnicas de FNP buscan activar los mecanismos neuromusculares del organismo mediante la representación de movimientos aplicados en las extremidades en dirección diagonal.



Fig. 1: Transverso del abdomen, visión anterior



Fig. 2: Transverso del abdomen, visión antero-lateral



Fig. 3: Transverso del abdomen, visión posterior

PROCEDIMIENTOS

Como participante del estudio, en primer lugar, deberá firmar un consentimiento informado. A continuación, se registrará su peso y su altura. Una vez hecho, se pasará a la realización de las técnicas. Durante estas, usted estará tumbado sobre una camilla. Se le aplicarán 2 diagonales de movimiento sobre las extremidades superiores (diagonal A-B y diagonal C-D) y, después, se le solicitará que haga de manera activa una maniobra denominada "ADIM". Esta maniobra consiste en tratar de llevar el ombligo hacia la parte posterior del tronco, buscando una contracción del transverso del abdomen, también tumbado sobre una camilla.

En cada uno de los procedimientos se evaluará la contracción de dicho músculo con un ecógrafo, por lo que su abdomen debe quedar al descubierto.

La participación en este trabajo no supone ningún riesgo para la salud ni daños sobre el organismo. Usted puede decidir libremente si desea formar parte de este estudio de investigación y, en caso afirmativo, tiene siempre la posibilidad de retirarse del mismo sin ninguna consecuencia.

Toda la información de carácter personal procedente de los participantes será tratada de manera confidencial y será protegida con los mecanismos adecuados. En ningún momento se proporcionarán este tipo de datos a terceros. Si los datos obtenidos en el trabajo dieran lugar a publicaciones de carácter científico se garantizará su anonimato.

Si usted lo desea, puede recibir información que afecte a su estado físico una vez realizado el estudio.

CONSENTIMIENTO INFORMADO

D/Dña _____, con DNI _____, he leído la información anterior y he tenido la posibilidad de hacer preguntas sobre el estudio, resolviéndose así todas mis dudas al respecto. Firmando este documento consiento que se me apliquen las técnicas anteriormente explicadas. También tengo conocimiento de la forma en la que se tratarán mis datos.

Comprendo que mi participación es voluntaria y que tengo derecho a retirarme del estudio cuando quiera, sin repercusiones y sin tener que explicar los motivos de dicha decisión.

Acepto libre y voluntariamente participar en este trabajo y autorizo a utilizar la información obtenida.

Salamanca, a ____ de _____ de 2021

Firma del participante: _____

Firma de la investigadora: _____

REVOCACIÓN DEL CONSENTIMIENTO

Anulo el consentimiento prestado el día _____ para participar en el
proyecto _____ de _____ investigación
" _____ " .

Salamanca, a ____ de _____ de 2021.

Firma del participante: _____

Firma de la investigadora: _____

ANEXO II: Aprobación por el Comité de Bioética de la Universidad de Salamanca.



COMITÉ DE BIOÉTICA (CBE)

Edificio I+D+i
C/ Espejo 2. 37007 Salamanca
Tel.: (34) 923 29 44 00 ext 1181
e-mail: cbioetica@usal.es

El Comité de Bioética de la Universidad de Salamanca, en su reunión ordinaria celebrada el día 12 de mayo de 2021, ha considerado las circunstancias que concurren en el proyecto de investigación titulado "Efecto de la aplicación de patrones de facilitación neuromuscular propioceptiva para la contracción de la musculatura abdominal.", que tiene como investigador/a principal a el/la Dr/a. Fátima Pérez Robledo

A la vista de la documentación presentada, este Comité ha acordado **informar favorablemente** el proyecto de investigación con nº de registro 651, ya que cumple los requisitos éticos requeridos para su ejecución.

Y para que así conste lo firmo en Salamanca a 18 de mayo de 2021

2021.05.18
17:35:25 +02'00'

Firmado por CALVO ANDRES JOSE JULIAN
- 07793011J el día 18/05/2021 con un
certificado emitido por AC FNMT
Usuarios

Fdo.: Luis Muñoz de la Pascua
Secretario del CBE

Fdo.: José Julián Calvo Andrés
Presidente del CBE